



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**STUDIE STROJŮ PRO TVORBU ASFALTOVÝCH KRYTŮ  
VOZOVEK**

THE STUDY OF THE MACHINES FOR BUILDING OF THE ASPHALT ROADS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Daniel Calábek

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2019

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
Student: **Daniel Calábek**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojírenství  
Vedoucí práce: **Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.**  
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Studie strojů pro tvorbu asfaltových krytů vozovek

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Studijní rešeršní rozbor shrnující přehled současného stavu silničních stavebních strojů – finišerů pro pokládku asfaltových krytů vozovek. Rozbor zahrnuje poznatky z oblasti tvorby asfaltových vrstev v konstrukci vozovek a dále pak technické a provozní parametry finišerů pro pokládku asfaltových vozovek od evropských a světových výrobců.

### Cíle bakalářské práce:

Rozbor celkového technologického řešení konstrukce asfaltových krytů vozovek.

Celkové technologické a konstrukční uspořádání strojů.

Technologické sestavy zařízení, technické a provozní parametry.

Zhodnocení jednotlivých strojů v rámci kategorizovaných skupin.

### Seznam doporučené literatury:

VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. 2., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 1999. ISBN 8085920611.

KERN, Felix a Michaela MAYLÄNDER. Faszination Strassenbau: von widerstandsfähigen Verkehrswegen, spektakulären Baustellen und kraftvoller Maschinenteknik. 1. Aufl. Stuttgart: Motorbuch Verlag, 2005. ISBN 3613024993.

JERÁBEK, Karel. Stroje pro zemní práce: Silniční stroje. 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 8070783893.

MICHALÍČEK, Milan. Dynamika stavebních strojov. 2. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 1996. Edícia skript. ISBN 8022708798.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se bude zabývat shrnutím technologického řešení konstrukce asfaltových vozovek a jejich tvorby s novodobými trendy. Dále rozborem shrnujícím přehled současného stavu silničních strojů-finišerů, s jejich technickými a provozními parametry. Následným rozdělením finišerů do kategorizovaných skupin a jejich popisem. Závěrem uvedením několika zástupců finišerů z řad světových výrobců.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Vozovka, kryt, živice, asfaltový finišer, kolový, pásový, hladící lišta

## ABSTRACT

This bachelor thesis is about summary technological solution of construction asphalt roads and their creation with modern trends. Next with analysis summarizing overview today's condition road machines – finishers with their technical and operating parameters. Subsequent splitting finishers into categorized groups with their evaluation.

## KEYWORDS

Roadway, cover, bitumen, asphalt paver, wheeled, tracked, screed

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

CALÁBEK, D. *Studie strojů pro tvorbu asfaltových krytů vozovek*. Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 49 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. května 2019

.....

Daniel Calábek

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Jaroslavu Kašpárkovi Ph.D. za cenné rady a připomínky při vypracování bakalářské práce a dále za vstřícnost při konzultacích. Dále děkuji své rodině za podporu při studiu.

## OBSAH

Úvod .....	10
1 Vozovka.....	11
1.1 Silniční síť v ČR .....	11
1.2 Současný stav a nové technologické trendy .....	11
1.2.1 Recyklace.....	12
1.2.2 Snižování energetické náročnosti .....	12
1.2.3 Zvyšování životnosti .....	12
1.2.4 Snížení hlukové zátěže .....	13
2 Kryty vozovek a jejich rozdělení.....	14
2.1 Dlážděné kryty vozovek .....	14
2.2 Živičné kryty vozovek .....	15
2.2.1 Postřikové úpravy .....	15
2.2.2 Nátěrové úpravy .....	16
2.2.3 Živičné koberce a asfaltové betony .....	17
2.2.4 Lité asfalty .....	17
3 Výroba živičných směsí.....	18
3.1 Vařiče litého asfaltu .....	18
3.2 Tavicí kotle .....	19
3.3 Obalovací soupravy .....	19
4 Rozstřikovače živice.....	20
5 Přepraveníky živice .....	21
6 Pokládka živičných směsí asfaltovým finišerem.....	22
6.1 Jednotlivé části finišeru .....	24
6.1.1 Násypka .....	24
6.1.2 Hřeblový dopravník .....	24
6.1.3 Šnekový dopravník .....	25
6.1.4 Hladící lišta.....	25
6.1.5 Hydraulické válce .....	26
6.1.6 Vibrační trám.....	26
6.1.7 Hladící deska .....	26
6.1.8 Nivelační zařízení .....	26
7 Kategorizované skupiny finišerů .....	28
7.1 Rozdělení podle druhu podvozku .....	28
7.1.1 Finišery s kolovým podvozkem.....	28
7.1.2 Finišery s pásovým podvozkem .....	28



7.2	Rozdělení podle druhu pohonu .....	29
7.3	Rozdělení podle pracovní šířky a typu úpravy vozovky.....	29
8	Rozdělení finišerů od světových výrobců .....	31
8.1	Finišery VÖGELE .....	31
8.2	Finišery AMMANN.....	35
8.3	Finišery VOLVO .....	38
8.4	Finišery Caterpillar .....	40
9	Porovnání technických parametrů .....	42
9.1	Definice a přehled terminologie .....	42
9.2	Poměrové parametry a jejich srovnání.....	42
	Závěr.....	44
	Seznam použitých zkratek a symbolů .....	47
	Seznam příloh .....	48

## ÚVOD

V dnešní době se již každý člověk setkal na silnici s upozorněním, týkajícím se výstavby nebo úpravy vozovky. Lidé tyto vozovky denně využívají k cestám do práce nebo k dalším různým účelům, aby se dostali na konkrétní místo. Jak ale probíhá taková výstavba či úprava vozovky a co k tomu vůbec člověk potřebuje?

Vozovka se skládá z mnoha vrstev a jednou z nejdůležitějších z nich je kryt vozovky. Pravděpodobně mezi nejpoužívanější pak patří v dnešní době kryty asfaltové, které se díky svým vlastnostem staly nejpoužívanějším materiálem pro stavbu pozemních vozovek. Konstrukce asfaltových vozovek se skládá z mnoha fází. Avšak za hlavní fázi považujeme pokládku asfaltového krytu, která probíhá za pomoci speciálních strojů na pokládku a to finišerů, které mají zásobu živice směsi. Tuto směs finišery postupně rozhrnují a hutní. Dnes již existuje mnoho světových výrobců těchto strojů, které se mohou lišit provozními či technickými parametry a rozdělují se do kategorizovaných skupin.

Cílem této práce popis konstrukce asfaltových krytů vozovky. Dále popis finišerů a jeho jednotlivých částí, rozdělení finišerů do kategorizovaných skupin a uvedení příkladů od celosvětových výrobců.

# 1 VOZOVKA

Termínem vozovka rozumíme nejsvrchnější část pozemní komunikace – silnice nebo dálnice, sloužící pro jízdu vozidel. Dále tímto termínem také rozumíme označení pro zpevněný povrch jízdních pásů.

## 1.1 SILNIČNÍ SÍŤ V ČR

Dopravní politika představuje souhrn činností všech orgánů České republiky, zabezpečujících uspokojování všech potřeb s minimálními společenskými náklady. S ohledem na geografickou polohu státu představuje její významnou složku zajištění tranzitních potřeb sjednocující se Evropy. [1]

Dopravní infrastrukturu silniční dopravy tvoří silnice a dálnice. Spojují města a vesnice a zároveň tvoří páteř silniční dopravy v ČR. Celková délka silnic a dálnic na území ČR činí necelých 56 000 km. Silnice se dělí do tříd, a to dle svého významu. Silnice první třídy tvoří přibližně devíťtinu celkové délky silniční sítě. Pod silnice 1. třídy spadají i rychlostní silnice, kterých bylo zatím vybudováno 460 km. Dohromady je v ČR podle posledních údajů 1234 km rychlostních komunikací (tj. dálnic a rychlostních silnic). Kompletní síť rychlostních komunikací by měla být do budoucna téměř dvojnásobná. [10]

Hustotou silniční sítě patří ČR mezi přední státy Evropy, avšak horší je to s hustotou dálnic, která je v ČR 9,4 km/1 000 km<sup>2</sup>. Za Evropským průměrem, který se pohybuje mezi 20–57 km/1 000 km<sup>2</sup>, ČR zaostává. Cílem je postupně zlepšit stav a vybavenost silniční sítě tak, aby dosáhla úrovně obvyklé ve vyspělých evropských státech, a to v souladu s rostoucím dopravním zatížením a ekologickými požadavky. Nejbližším úkolem je napojit naši silniční síť na silnice sousedních států na přiměřené kapacitní a kvalitativní úrovni. [1,10]

## 1.2 SOUČASNÝ STAV A NOVÉ TECHNOLOGICKÉ TRENDY

Rozvoj dopravní infrastruktury patří mezi rozhodující záměry dopravní politiky České republiky. Z hlediska rozsahu sítě a počtu uživatelů zaujímají v dopravní infrastruktuře dominantní postavení pozemní komunikace. Výhody silniční dopravy spočívají především v pružné funkčnosti, dostupnosti skoro každého místa formou z domu do domu, v ekonomické výhodnosti, rychlosti a pohodlí, což zvyšuje požadavky jak už na kvalitu těchto komunikací, tak i kvalitu provozu. Zatímco hustota silniční sítě v České republice je dostačující a snese srovnání s vyspělými státy, její kvalita vykazuje řadu závad a nedostatků, jako jsou: [10]

- nedostatečná únosnost vozovek, špatný stav mostů
- poruchy krytů vozovek (příčné a podélné nerovnosti, plošný rozpad, kluzkost)
- překročená kapacita, ekologicky nevýhodné vedení trasy
- lokální závady (úrovňové křížení se železnicí, směrové oblouky) a další

Tyto a další nedostatky způsobují narušení plynulosti a bezpečnosti silničního provozu, a mohou negativně ovlivnit životní prostředí nebo kvalitu života, kudy komunikace procházejí, a proto před námi stojí dva vážné úkoly:

- napojení na dopravní síť sousedních států, s tím související výstavba nových komunikací a plynulost v dopravně významných směrech
- dále uvedení všech silnic do odpovídajícího technického stavu, a to řádnou údržbou, pravidelnými opravami, popř. rekonstrukcemi [1]

### 1.2.1 RECYKLACE

Recyklační technologie v posledním desetiletí doznaly poměrně velkého zavedení v praxi. V případě asfaltových vozovek se dnes běžně aplikují technologie recyklace za horka i za studena zpravidla prováděné přímo na místě, což zvyšuje rychlost provádění, vede zpravidla ke 100% využití materiálu původní konstrukce, umožňuje buď obnovení vlastností obrusných vrstev (v případě některých postupů recyklace za horka) nebo zvyšuje únosnost konstrukce vozovky, a tak vede k dalšímu prodloužení životnosti. Bohužel v menší míře se dosud podařilo rozvinout technologie recyklace v obalovnách. V případě aplikace asfaltového recyklátu v horkých asfaltových směsích se dosud uplatňuje maximálně 20–25 % hmotnosti málo efektivním způsobem přidáváním za studena, přičemž zahraniční trendy jednak ukazují na možnosti mnohem vyššího dávkování asfaltového recyklátu při jeho předeheřtí. Díky tomu se účinně využívá přidaná hodnota tohoto materiálu, a současně jsou v některých zemích patrné zákonem dané požadavky, jež předepisují pro většinu asfaltových vrstev nutnost dílčího využití tohoto materiálu v nové asfaltové směsi. Recyklace je samozřejmě zavedenou technologií i v případě starých betonových konstrukcí, kde lze původní vrstvy drtit a využít jako kamenivo buď pro nestmelené vrstvy, nebo jako příměs do nové betonové směsi. Rozdíl mezi recyklací asfaltových a betonových vrstev je pouze v tom, že u betonového recyklátu při opětovném využití nedochází k aktivaci původního pojiva. [11]

### 1.2.2 SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Problematické snižování pracovních teplot především u asfaltových směsí začala být intenzivněji věnována pozornost v období 2002–2005, kdy se začala i v ČR zkoušet nová aditiva, která především v důsledku zlepšení viskózního chování pojiva umožnila snížit pracovní teplotu nebo prodloužit teplotní interval, v němž je asfaltová směs zpracovatelná. Již před tímto obdobím byly v oblasti litých asfaltů využívány přísady zejména na bázi montánních vosků. Nová generace přísad se technologicky zaměřuje hned na několik možných řešení – přísady na bázi dalších syntetických vosků, přísady na bázi kyseliny polyfosforečné, využívání syntetických zeolitů, s jejichž pomocí vzniká efekt asfaltové mikropěny. V posledních pěti letech se postupně některé z uvedených technologií staly součástí běžné praxe, k níž existuje řada úseků, jež umožňují dlouhodobé sledování užitého chování asfaltových vrstev s těmito přísadami. Při aplikaci uvedených přísad, resp. směsí, jež lze označit jako nízkoteplotní, je možné buď prodloužit teplotní interval pro zpracování a kvalitní zhutnění o 15–20 °C, nebo případně lze o tyto hodnoty snížit výchozí teplotu zpracování asfaltové směsi. Takové omezení pracovních teplot sice vede následně jen k omezenému snížení spotřeby energie, nicméně i taková úspora znamená nemalý přínos z hlediska snížení produkce emisí CO<sub>2</sub> a omezení výparů typických pro asfaltová pojiva a směsi. [11]

### 1.2.3 ZVYŠOVÁNÍ ŽIVOTNOSTI

Zlepšení trvanlivosti a prodloužení životnosti konstrukce vozovek by mělo patřit k prioritám, jimž se silniční stavitelství bude v blízké budoucnosti věnovat. Již před více než 15 lety bylo prvním krokem tímto směrem zavedení polymerem modifikovaných asfaltů v ČR. Oblast těchto technologií se postupně rozvíjela a dále rozvíjí. Současně s tím byly zavedeny i některé nové

typy asfaltových směsí, jako jsou např. směsi s vysokým modulem tuhosti, kde je dnes snahou v oblasti aplikovaného výzkumu a průmyslového vývoje postoupit k další generaci tohoto typu směsí. [11]

Dalším trendem je zaměření na celou konstrukci asfaltových vozovek s cílem rozvinout koncept vozovky s dlouhou životností, kdy dojde k prodloužení cyklů obnovy a snahou bude provádět periodickou údržbu a obnovu tenčích obrusných vrstev s životností dalších vrstev delší než 25 let. Tato skutečnost samozřejmě vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost aplikaci a dalšímu rozvoji vhodných asfaltových pojiv, která se postupně budou přesouvat z oblasti tradičních silničních, nebo polymery modifikovaných či multigradových pojiv ke speciálním výkonovým pojivům. [11]

#### **1.2.4 SNÍŽENÍ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE**

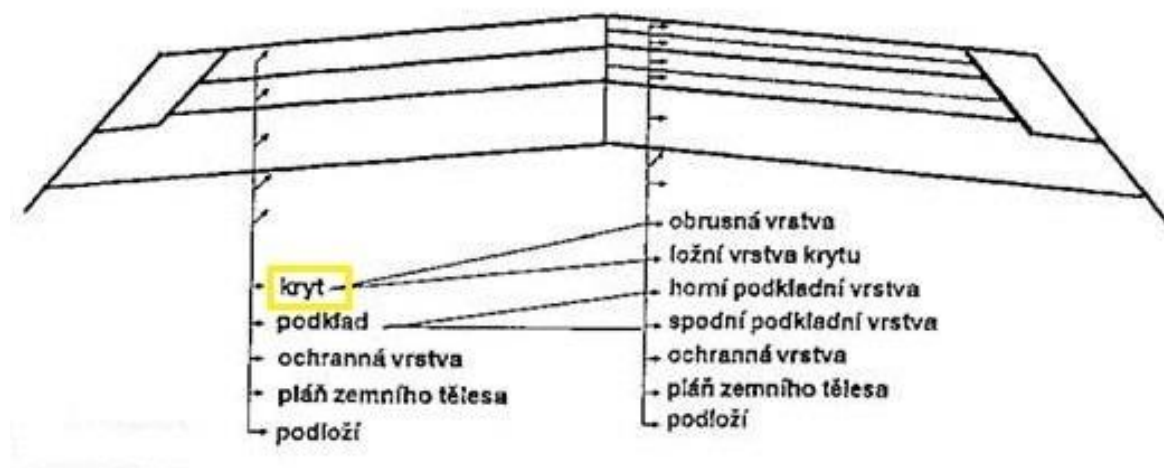
Hluková zátěž zejména v zastavěných oblastech představuje poměrně závažný negativní efekt, který přináší pozemní komunikace, resp. její využívání silniční dopravou. Evropská komise v této souvislosti v posledních letech vyhlásila řadu cílů, kterým se chce věnovat, aby se životní prostředí obyvatel i v této oblasti zlepšilo. Proto jsou podporovány aktivity některých evropských projektů, jejichž cílem je kromě jiného věnovat se i zlepšení spolupůsobení pneumatiky a obrusné vrstvy vozovky, stejně jako i vlastní skladbě pneumatik. Jiné vývojové projekty se zaměřují na možnosti dalšího zlepšení konstrukce vozidel a zejména potom pohonů, které jsou jedním ze zdrojů hluku. V neposlední řadě pak samozřejmě existuje i technologický vývoj v oblasti materiálů a směsí používaných pro výstavbu obrusných vrstev a umožňující snižování hluku v důsledku úpravy některých vlastností, jako je např. textura povrchu. V této souvislosti lze zmínit jak drenážní asfaltové koberce či nízkohlučné asfaltové koberce mastixové, tak i drenážní betonové vrstvy nebo úpravu betonového krytu v podobě promývaného betonu. [11]

## 2 KRYTY VOZOVEK A JEJICH ROZDĚLENÍ

Kryt je jedno nebo vícevrstvá horní část vozovky určená k přímému pojíždění vozidel. Kryt chrání podkladní vrstvy vozovky před přímými klimatickými vlivy a před svislými a tangenciálními účinky kol vozidel. Druh krytu, počet vrstev a stav krytu určují provozní podmínky vozovky (bezpečnost dopravy, průměrnou rychlost vozidel, spotřebu pohonných hmot apod.). Vrchní vrstva krytu vozovky se nazývá obrušná vrstva, viz obrázek 1. [1]

Kryty vozovek dělíme na dva základní druhy:

- tuhé kryty – tento druh krytů je téměř neohebný, a při velkých změnách teplot nebo přílišné zátěži tyto kryty praskají, do této skupiny patří kryty betonové
- netuhé kryty – tento druh krytů je naopak ohebnější a je schopen snést i větší deformace bez jakéhokoli výrazného poškození, do této skupiny patří kryty dlážděné a živичné



Obr. 1: Vrstvy vozovky [6]

### 2.1 DLÁŽDĚNÉ KRYTY VOZOVEK

Dlážděné kryty se pro svoji pracnost a méně vhodné jízdní vlastnosti (např. kluzkost za vlhka) provádějí téměř výhradně jen ve velkých stoupáních (více jak 5 % až 6 % podélného sklonu) a v obloucích o malých poloměrech, nebo z architektonických důvodů v historické zástavbě. Jedná se v podstatě o namáhavou ruční práci, která se uplatní více ve stavbě chodníků pro svůj konečný vizuální efekt. [1]

## 2.2 ŽIVIČNÉ KRYTY VOZOVEK

Živičné kryty jsou nejrozšířenějším druhem krytů vozovek. Jsou ohebnější, než kryty tuhé, a to v důsledku živičného pojiva. Déle velice dobře odolávají deformacím, avšak jejich životnost se tím zkracuje, což v konečném důsledku tolik není takový problém, z důvodu snadných oprav poškozených krytů. Jízdní vlastnosti živičných krytů jsou velmi dobré a patří mezi ně např. snižují hlučnost jízdy. Tyto druhy krytů však vyžadují pravidelnou a pečlivou údržbu. [1]

Podle způsobu provedení rozeznáváme živičné úpravy:

- postříkové
- nátěrové
- živičné koberce a asfaltové betony
- lité asfalty

Druh použitého živičného krytu závisí na:

- předpokládaném zatížení, a tím i na třídě vozovky
- zdroji základních materiálů, druhu a stupni mechanizačních prostředků, které jsou k dispozici (finišery, hutnící mechanismy apod.) viz tabulka 1

Tabulka 1: Stroje pro stavbu živičných vozovek [1]

Živičný kryt	Výroba	Doprava	Pokládka
postřík	tavící kotle vaříče	rozstříkovač pojiva	rozstříkovač pojiva
nátěr	tavící kotle vaříče	rozstříkovač pojiva	rozstříkovač pojiva podrťovač válce hutnící
asfaltová směs asfaltový beton	obalovna	přepravník živice	finišer hutnící mechanismy
lité asfalty	vaříče obalovna míchací soustava	pojízdní vaříč přepravník	finišer rozhrnovače litého asfaltu

### 2.2.1 POSTŘÍKOVÉ ÚPRAVY

Postřík je úprava vytvořená z vrstvy pojiva nanesené na povrch obrusné nebo jiné konstrukční vrstvy pomocí rozstříkovače pojiva.

Postříkové úpravy se používají obvykle pro vozovky III. třídy, místní komunikace vedlejšího významu, lesní a zemědělské cesty, nebo pro podklady živičných koberců. Provádí se postříkem suchého kameniva studenou nebo horkou živicí s následným posypem vhodnou frakcí kameniva a zhutněním. [1]

Podle účelu se postříky dělí na:

- infiltrační - tj. pomocná úprava na zlepšení vlastností konstrukční vrstvy před zhotovením další vrstvy, nebo jako samostatná úprava pro prodloužení životnosti nebo pro dosažení krátkodobé bezprašnosti krytu vozovky, slouží k proniknutí pojiva do otevřené struktury konstrukční vrstvy

- spojovací – úprava určená především na spojení (přilepení) živých vrstev vozovky
- regenerační – úprava určená k zamezení vzniku a šíření plošných poruch vznikajících v důsledku stárnutí pojiva a odstraňování maltové složky obrusné vrstvy vlivem dopravního provozu a klimatických podmínek

Podle použitého pojiva rozeznáváme postřiky: asfaltové, emulzní a dehtové. [1]

### 2.2.2 NÁTĚROVÉ ÚPRAVY

Nátěr je povrchová úprava vytvořená z vrstvy pojiva nanesené na povrch vozovky pomocí rozstřikovače pojiva a z vrstvy kameniva nanesené na pojivo pomocí podrtovače. Vrstva kameniva se skládá ze zrn uložených co nejtěsněji vedle sebe a rozprostírá se co nejdříve na rozstříknuté pojivo. V případě, že se úprava použije při větších podélných nebo příčných sklonech vozovky, je možný i opačný postup, a to nanést vrstvu pojiva z ředěného asfaltu nebo z asfaltové emulze na rozprostřenou vrstvu kameniva. Nátěrové úpravy se používají pro ochranu a opravu poškozených živých krytů. [1]

Nátěr má vytvořit na povrchu vozovky tenkou úpravu na zlepšení povrchových vlastností v případech, kdy se vyžadují vyšší hodnoty protismykových vlastností, ochrana staré vozovky proti pronikání vody, nebo uzavření povrchu nové úpravy. Používá se též na zlepšení vlastností původního pojiva v obrusné vrstvě, na prodloužení životnosti vozovky, nebo na zamezení vzniku a šíření poruch v obrusné vrstvě. Nátěr se může použít i na opravu plošných poruch uzavření povrchu, když nerovnosti nepřesáhnou určité hodnoty dané normou. [1]

Z technologického hlediska se nátěry dělí na:

- jednovrstvé – sestávají se z jedné vrstvy pojiva a jedné vrstvy kameniva
- jednovrstvé s dvojitým podrtováním – sestávají se z jedné vrstvy pojiva a následně rozprostřených dvou posypů kamenivem a nenavazující zrnitosti mezi použitými frakcemi
- jednovrstvé s děleným podrtováním – sestávají se z jedné vrstvy pojiva a dvou vrstev kameniva, přičemž se nejprve rozprostře kamenivo asi v polovičním množství, než se požaduje při jednovrstvovém nátěru, potom se nanese vrstva pojiva a následně se rozprostře zbývající část kameniva
- dvojevrstvé – sestává se ze dvou vrstev pojiva a dvou vrstev kameniva, provádí se jako dvojnásobný jednovrstvý nátěr, přičemž se na jednotlivé vrstvy použije různé množství pojiva a kameniva různé frakce kameniva

Podle použitého pojiva se nátěry dělí na:

- asfaltové
- emulzní
- dehtové
- asfaltodehtové
- se speciálním pojivem



Podle teploty pojiva se dělí na nátěry nanášené:

- za horka (polotuhé asfalty)
- za tepla (některé ředěné asfalty nebo emulze, vyhřívané před nanesením na povrch)
- za studena

### 2.2.3 ŽIVIČNÉ KOBERCE A ASFALTOVÉ BETONY

Živičné koberce a asfaltové betony se používají pro krycí vrstvy na nových vozovkách, nebo na opravy či zesílení starých živičných, případně betonových krytů, obvykle pro silnice I. a II. třídy, ev. i dálnice (asfaltové betony). Živičný koberec je krytová, popř. podkladní vrstva z asfaltové směsi specifických vlastností.

Rozlišujeme čtyři druhy:

- asfaltový koberec mastixový (mastix-asfaltová malta je směs drobného kameniva s maximální velikostí zrna 2 mm a kamenné moučky, obalená asfaltem) je ohrusná vrstva s vysokým podílem drceného kameniva zpravidla přerušené zrnitostí, kde mezery kamenné kostry jsou z velké části vyplněny mastixem
- asfaltový koberec drenážní je vysoce mezerovitá ohrusná vrstva, schopná odvádět srážkovou vodu a snižovat hlučnost jízdy vozidel
- asfaltový koberec tenký je ohrusná vrstva z asfaltové směsi o tloušťce 15 až 30 mm
- asfaltový koberec otevřený je ohrusná, ložní nebo podkladní vrstva z asfaltové směsi otevřené zrnitosti

Asfaltový beton je ohrusná nebo ložní vrstva z asfaltové směsi s uzavřenou zrnitostí kameniva. Asfaltové betony se vyznačují značnou, ale ne úplnou vodotěsností. Pro vyplnění dutin se používá mimo drtí též písku a vápencového fileru (filer je část kameniva, která propadne sítím).

Asfaltové směsi (asfaltem obalené kamenivo s použitím přísad) se vyrábějí v obalovnách, které musí zajistit vysušení a ohřev kameniva, ohřev asfaltu, dávkování přísad a obalení směsi kameniva asfaltem, rozprostírají se finišery a zhutňují se pneumatikovými válci. Tloušťka pokládané vrstvy se pohybuje od 2 do 4 cm. [1]

### 2.2.4 LITÉ ASFALTY

Litý asfalt se používá pro všechny druhy pozemních komunikací (silnice, dálnice, mostní vozovky, chodníky, parkoviště atd.), ale i na podklady pozemních, průmyslových a zemědělských staveb, na střechy apod. Je to směs hutného kameniva, kamenné moučky, polotuhého asfaltu, popřípadě i zlepšujících přísad a upravených asfaltových stavebních směsí smíšených spolu za horka v předepsaných poměrech. Charakteristickým znakem horké směsi je vyšší objem použitého asfaltového pojiva, než je poměr mezer zhutněné směsi kameniva. Vyrobená směs je při předepsané pracovní teplotě (obvykle nad 200 °C) v tekutém nebo polotekutém stavu. Vzhledem k vyšším obsahům písku a fileru i kvalitnějším a tvrdším asfaltům (obvykle přírodním) ve směsi jsou kryty z litého asfaltu zcela vodotěsné a vynikají proto značnou trvanlivostí. Litý asfalt se vyrábí buď ve „vařičích“, nebo v obalovacích a míchacích soupravách. Doprava směsi musí zajišťovat stále míchání a ohřívání. [1]

### 3 VÝROBA ŽIVIČNÝCH SMĚSÍ

Všechny druhy živičných krytů lze vyrobit v obalovnách, míchacích soupravách, nebo ve vařičích, které mohou být buď stacionární, nebo pojízdné. Pojízdné vařiče pak lze použít i pro dopravu živičné směsi, zejména litých asfaltů. [1]

Asfaltová pojiva pro postřik a nátěr se přepravují ve vyhřívaných nádržích na živici, které jsou umístěny na automobilovém podvozku společně s rozstřikovačem živice. [1]

Litý asfalt je živičný kryt vyrobený přesně stanovených poměrech ze směsi polotuhého silničního asfaltu, drobného, drceného nebo těženého kameniva a fileru. Tvoří nejkvalitnější krytovou úpravu v tloušťce 3-4 cm. [2]

K přepravě asfaltových směsí nebo asfaltových betonů v tekutém stavu slouží přepravníky živice, které na kratší vzdálenosti nemusí být vyhřívané. [1]

#### 3.1 VAŘIČE LITÉHO ASFALTU

Jsou určeny pro výrobu litých asfaltů nebo pouze pojiva k nátěrům a postřikům. Jsou tvořeny kotlem s vertikální nebo horizontální osou, míchacím zařízením a topeništěm viz obrázek 2. Používá se ohřev plamencový s olejovými či plynovými hořáky v kombinaci s topeništěm na tuhá paliva nebo nepřímý topný systém na principu cirkulace kapalného teplotnosného média, který je součástí obalovny. Vařiče mají obsah od 1 do 10 tun. [1]



*Obr. 2: Vařič litého asfaltu [14]*

### 3.2 TAVÍCÍ KOTLE

Kotle na tavení živice se skládají z tepelně izolovaného kotle, tavící části, topeniště, strojního vybavení a přístrojů. Jejich objem je 0,2 až 3 m<sup>3</sup>. Jsou vybaveny buď soupravou dvou ohříváčů na samostatných podvozcích s jedním tepelným zdrojem nebo jsou k tavícímu kotli přiřazeny dva pomocné kotle, které se střídavě plní ohřátou živicí z tavícího kotle. Sudy živice se ukládají do předeřhřívacího prostoru tak, že nahřátá živice odtéká přímo do tavícího kotle. Kotle na tavení živice jsou opatřeny míchacím zařízením a živice se v nich ohřívá až na 180° C. [1]

### 3.3 OBALOVACÍ SOUPRAVY

Tvoří komplex strojů a zařízení, ve kterých se se vyrábí živičné obalené směsi, asfaltové betony a živičné recyklační materiály viz obrázek 3. Vyrábí se buď za studena do teplot 120 °C nebo častěji za horka do teplot 160-180 °C. Jednotlivé skupiny jsou složeny z modulových nebo kontejnerových částí, a to podle provedení v pojízdné, přenosné nebo stabilní úpravě. U všech souprav jsou v nejvyšší míře uplatněny elektronické prvky s možností automatického nebo poloautomatického nastavení složení směsi podle receptury vložené do paměti počítače. [2]



*Obr. 3: Obalovna Herkul pro výrobu živičných směsí [7]*

## 4 ROZSTŘIKOVAČE ŽIVICE

Rozstřikovač živice slouží k provádění živičných postřiků, a to jak při stavbě vozovky, tak i při její obnově. Jeho úkolem je rovnoměrné rozdělení pojiva na vozovku ( $0,5$  až  $0,7 \text{ kg m}^2$ ).

Skládá se ze dvou základních částí: z podvozku nákladního automobilu s nádrží na pojivo a z rozstřikovacího zařízení, které je tvořeno rozstřikovací tyčí zavěšené na kloubech s možností výškového přestavení a natočení při ukončení postřiku, viz obrázek 4. [1]

Uspořádání rozváděcího a topného systému musí umožňovat:

- načerpání živice do vlastní nádrže
- přečerpávání živice do jiných nádrží
- míchání živice v nádrži
- načerpávání živice do rozstřikovacích tyčí
- vyčerpávání živice z vlastní nádrže
- přehřívání živice na požadovanou teplotu



*Obr. 4: Rozstřikovač živice [9]*



## 5 PŘEPRAVNÍKY ŽIVICE

Převravník živice slouží k přepravě živice ze skladišť nebo železničních cisteren na stanoviště pro zásobování distributorů, obalovacích souprav a rozstřikovačů. [1]

Rozváděcí systém převravníku umožňuje tyto dílčí úkony:

- načerpávání do nádrže skladovacích a jiných prostorů, nebo z jiných převravníků
- vyčerpávání z nádrže do skladovacích a jiných prostor a rozstřikovačů
- cirkulaci v nádrži, zejména při vyhřívání
- plnění nádrže z výše položených skladovacích prostor
- vyprazdňování volným vytékáním z nádrže

Podle druhu podvozku se rozdělují na:

- samopojízdné
- návěsné
- přívěsné

Nádrž je proti tepelným ztrátám izolována, viz obrázek 5. V zadní části je opatřena plošinou, na které je umístěn agregát pro pohon topného a čerpacího systému. Topný systém tvoří hořáky pro spalování motorové nafty. Pohon čerpacího a topného systému je prováděn benzinovým motorem. Pro kontrolu množství přepravovaného pojiva v nádrži je na zadním čele ukazatel. [1]



Obr. 5: Převravník živice [8]

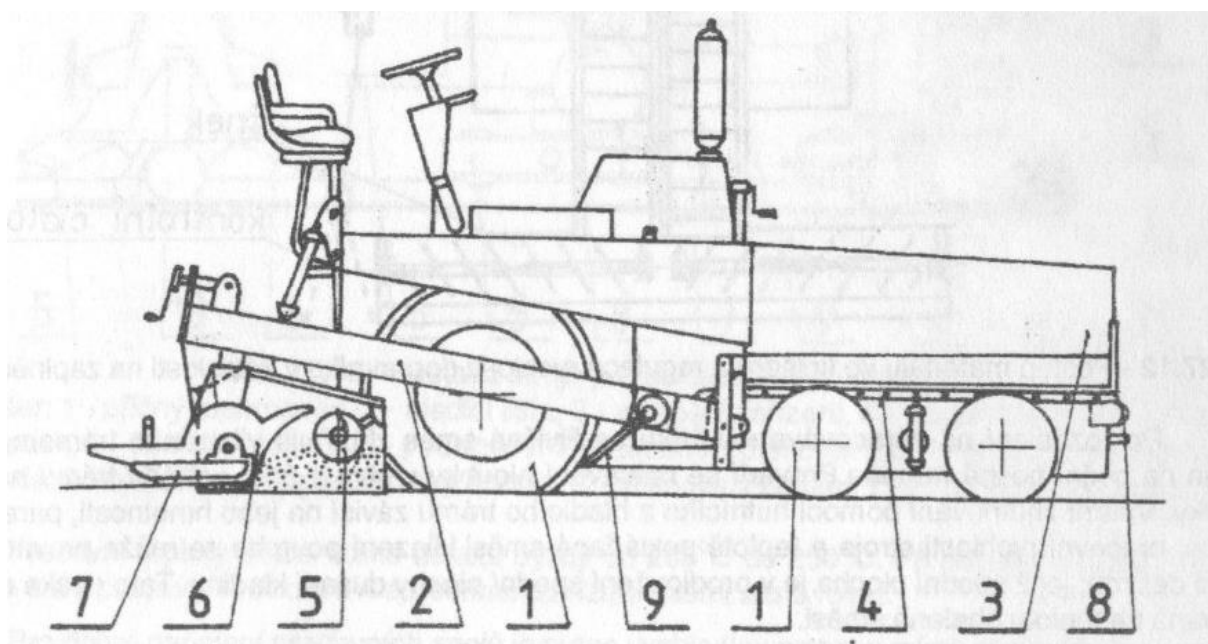
## 6 POKLÁDKA ŽIVIČNÝCH SMĚSÍ ASFALTOVÝM FINIŠEREM

Živičné směsi se nejčastěji rozprostírají finišery. V některých případech se používají radlicové stroje pro zemní práce. K pokládce litých asfaltů se používají speciální finišery, které plní především funkci rozhrnovací lišty. Pro postřikové technologie se nejčastěji používají rozstřikovače živice. Po rozprostření a předhutnění živičné směsi finišery následuje konečné dohutňování položených povrchů. [1]

Finišery jsou určeny ke strojnímu rozprostření, předhutnění a urovnění živičné směsi do předepsaného příčného sklonu a podélné nivelity. Všechny finišery mají v podstatě stejné konstrukční řešení – obrázek 6. Skládají se z násypky, do které se dopravuje nákladními automobily živičná směs, která je dopravována hřeblovými nebo šnekovými dopravníky ke šnekovému rozhrnovači. Šnekový rozhrnovač tvoří spolu s hutnicím a hladícím trámem pracovní zařízení finišeru. Boční stěny násypky jsou pro lepší vyprázdnění sklopné pomocí přímočarých hydromotorů. Šnekový rozhrnovač tvoří pravý a levý šnek a každý má samostatný hydromotor. [1]

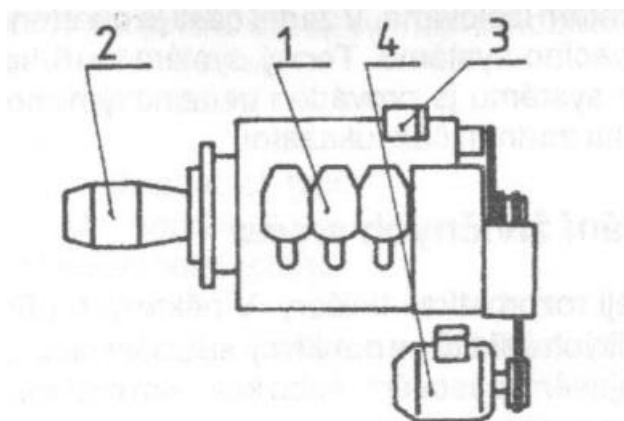
To umožňuje čtyři různé způsoby pohybu materiálu:

- materiál je unášen ze středu na obě strany (stejně točení)
- materiál je unášen doprava (nestejný směr točení obou polovin)
- materiál je unášen doleva
- materiál je unášen do středu, toho se využije např. v klopených zatáčkách, kdy je třeba na jedné straně silnější vrstva než na druhé straně



Obr. 6: Schéma finišeru pro pokládku živičných směsí [1]; 1 – podvozek; 2 – nosné rameno; 3 – násypka; 4 – hřeblový dopravník; 5 – šnekový rozdělovač; 6 – vibrační trám; 7 – hladící deska; 8 – opěrné válce; 9 – čidlo nivelační automatiky

Šneky rozhrnovače lze mechanicky nebo hydraulicky prodlužovat, a tím měnit pracovní šířku finišeru. Rám celého stroje je uložen na pásovém nebo kolovém podvozku. [1]



*Obr. 7: Poháněcí jednotka finišeru [1]*

Hlavní hnací motor 1 je naftový motor, silový přenos je hydrostatický, viz obrázek 7. Axiální pístové čerpadlo 2 slouží pro pojezd, na pohon dopravníku, na jednotlivé pohony levého a pravého šneku a na pohon vibrátorů. Zubové čerpadlo 3 je na zvedání bočnic násypky a na řízení tloušťky pokládané vrstvy. Generátor 4 zajišťuje elektrický proud pro vyhřívání zhutňovacího a hladícího trámu. [1]



*Obr. 8: Detail pohonné jednotky finišeru VOLVO P4820D [15]*

Pro docílení dobré kvality pokládaného povrchu je třeba regulovat tok materiálu z násypky na povrch vozovky. Toto se děje regulací rychlosti hřeblového nebo šnekového dopravníku a otáček šnekového rozhrnovače. Jestliže je rychlost dopravníku vyšší než optimální, může docházet k nepravdělnému postupu při povrchové úpravě, přehutnění materiálu a nadměrnému opotřebení šneku. Obdobná je situace při nízké rychlosti dopravníku. Regulace závislosti rychlosti dopravníku na zaplnění šneku, a tedy na optimální homogenní pokládané vrstvě se může provádět automaticky pomocí kontrolních čidel v prostoru šnekového rozdělovače. Používá se hydrostatického pohonu s možností změny rychlosti od nuly do maxima. [1]

Po rozdělení na zpracovávanou šířku se živičná směs zhutňuje vibračním trámem, který je fixován na boční nosná ramena. Provádí se nastavení hloubky vrstvy a úhlu náběhu trámu na povrch vozovky. Vnitřní zhutňování pomocí hutnicího a hladicího trámu závisí na jeho hmotnosti, parametrech vibrace, pracovní rychlosti stroje a teplotě pokládáné směsi. Hlazení povrchu se může provádět další, hladicí deskou, jejíž spodní plocha je v prodloužení spodní plochy dusací kladiny. Tato deska může být vyhřívána na teplotu obalené směsi. Základní i výsuvná hutnicí a hladicí deska je vyhřívána horkým vzduchem. [1]

## 6.1 JEDNOTLIVÉ ČÁSTI FINIŠERU

Finišer, jak z popisu principu funkce výše zřejmé, je komplikované strojní zařízení, skládající se z mnoha základních, avšak důležitých součástí, které musí správně fungovat, aby mohl finišer plnit svou funkci, a proto tyto jednotlivé součásti budou rozebrány z pohledu jejich činnosti.

### 6.1.1 NÁSYPKA

Slouží pro zásobu asfaltové směsi, viz obrázek 8. Tvoří ji dvě nezávislá křídla, která jsou ovládána hydraulickými válci. Nezávislé sklápění křídel umožňuje efektivnější tok materiálu k hladicí liště. Při sklopení obou křídel nepřesahuje násypka šířku samotného finišeru. Kapacita násypky se odvíjí od velikosti finišeru a pohybuje se v řádech tun. [3]



*Obr. 9: Násypka finišeru Vögele [16]*

### 6.1.2 HŘEBLOVÝ DOPRAVNÍK

Slouží k dopravě materiálu k násypce ke šnekovému rozhrnovači, viz obrázek 9. U středních a velkých finišerů se používají dva nezávislé dopravníky poháněné hydromotory. Ovládání může být řízeno automaticky z ultrazvukového senzoru nebo ručně, a to obsluhou finišeru či obsluhou hladicí lišty. [3]





*Obr. 10: Hřeblový dopravník [16]*

### 6.1.3 ŠNEKOVÝ DOPRAVNÍK

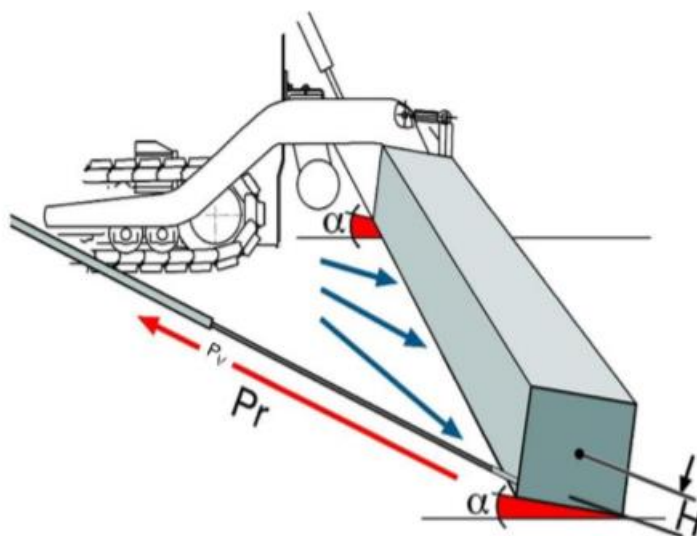
Roznáší přiváděný materiál k oběma stranám hladicí lišty tak, aby byl rovnoměrně rozdělen po celé její délce. Dva nezávislé hydromotory poháněné části šnekového dopravníku, jsou ovládány stejným způsobem jako hřebenové dopravníky. Celý dopravník má hydraulicky nastavitelnou výšku. Šnekový dopravník při roznášení materiálu, viz obrázek 10. [3]



*Obr. 11: Šnekový dopravník [16]*

### 6.1.4 HLADÍCÍ LIŠTA

Asfaltový finišer lze rozdělit na traktor a hladicí lištu. Hladicí lišta je část finišeru, která z živичné směsi vytváří ztuhlý hladký rovný asfaltový povrch. Je upevněna na nosných ramenech a tažena za traktorem. Výška pokládky závisí na tzv. úhlu náběhu lišty viz obrázek 11, jelikož lišta není napevno zafixována v určité výšce, ale na pokládaném materiálu „plave“ vlastní hmotností, proto čím je úhel větší, tím je tloušťka pokládané vrstvy větší, a naopak. Ovládání lišty se provádí pomocí několika hydraulických válců. [3]



Obr. 12: Schéma hladící lišty s náběhovým úhlem  $\alpha$  [3]

#### 6.1.5 HYDRAULICKÉ VÁLCE

Umožňují pohyb hladící lišty, a tudíž i nastavení výšky lišty, dále pak mají několik užitečných funkcí:

- umožňuje uzamknout hladící lištu v dané poloze, aby nepropadla vlastní váze do materiálu
- zabrání nadzvednutí lišty při potřebě rozhrnout zchlazený materiál nahromaděný před lištou v důsledku zastavení finišeru
- u pokládky materiálu s vysokým přípustným zatížením zamezí propadávání a nazvedávání lišty

#### 6.1.6 VIBRAČNÍ TRÁM

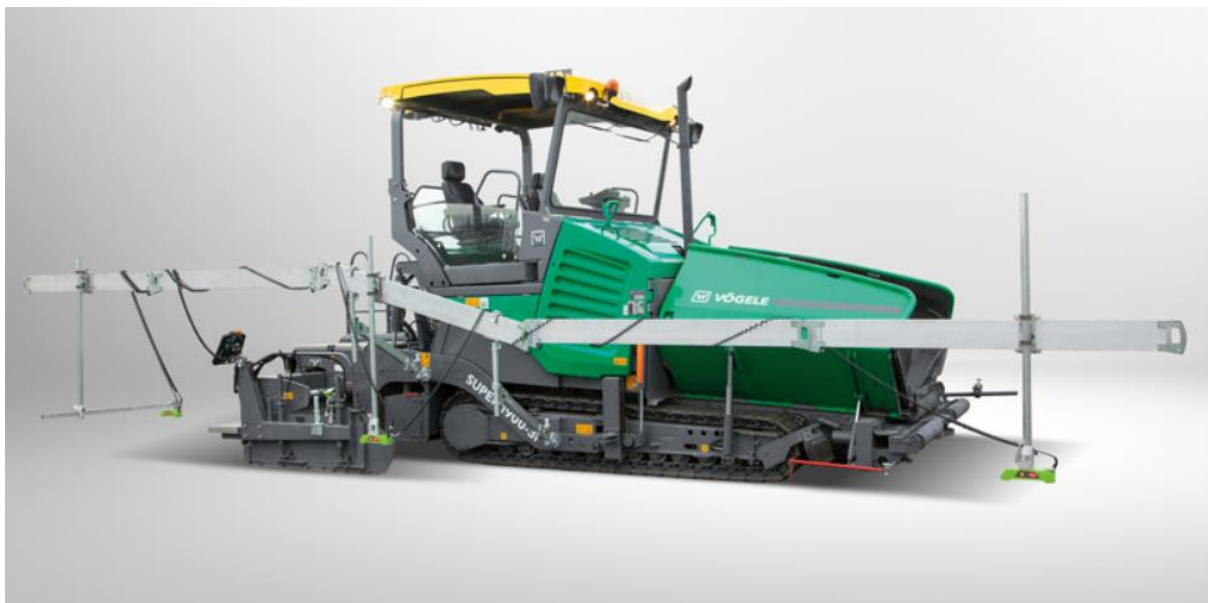
Zajišťuje hutnění směsi. Běžné zhutnění směsi je 85 až 90 % dle Marshalovi stupnice. Vibrační trám obvykle vibruje o frekvenci 6-68 Hz a amplitudě 5 mm. [2,3]

#### 6.1.7 HLADÍCÍ DESKA

Vibracemi a teplem zahlašuje povrch na finální úroveň. Umístěna je hned za vibračním trámem na výstupu z hladící lišty. Frekvence vibrací se, v závislosti na typu lišty a nastavení, pohybuje okolo 55-60 Hz. Ohřev desky je zajištěn topnými tělesy, která jsou napájena generátorem umístěným na traktoru, nebo plynovými hořáky zásobované propanem z plynových lahví. [3]

#### 6.1.8 NIVELAČNÍ ZAŘÍZENÍ

Finišery musí splňovat pokládku a zpracování materiálu v přesně stanoveném podélném i příčném směru, při dané hloubce položené vrstvy. K tomuto účelu slouží nivelační automatika viz obrázek 12, která snímá niveletu z klouzavých ližin, napnutého drátu nebo laserového paprsku. Pracuje s přesností 0,02-0,03 %. [2]



*Obr. 13: Nivelační automatika na finišeru Vögele [16]*

## 7 KATEGORIZOVANÉ SKUPINY FINIŠERŮ

Finišery se můžeme rozdělit do několik kategorizovaných skupin, a to z důvodu, že každý finišer může mít jiné funkční uspořádání. Mezi nejčastější rozdíly u finišerů najdeme v podvozcích, v pohonech a různých délkách pracovní šířky stroje.

### 7.1 ROZDĚLENÍ PODLE DRUHU PODVOZKU

Jedním z hlavních kritérií rozdělení asfaltových finišerů je typ podvozku. V dnešní době se používají dva typy podvozků, kolový a pásový.

#### 7.1.1 FINIŠERY S KOLOVÝM PODVOZKEM

Tento druh finišerů má uplatnění především na místech, kde nepotřebujeme vykonat práci finišeru na dlouhé trati, ale potřebujeme často měnit místo výkonu. Nejčastějším místem užití těchto finišerů je tak na stavbách, a to z důvodu větší pohyblivosti a snadné ovladatelnosti.

Podvozek těchto finišerů se skládá zpravidla ze tří náprav, výjimečně pouze ze dvou. Přední dvě nápravy mají kola s pryžovými obručkami viz obrázek 13, a slouží pro řízení finišeru, zadní náprava s dvěma velkými pneumatikami zajišťuje trakci. U těchto finišerů je nabízen standartně nebo volitelně pohon 4x6 a 6x6. Avšak při výběru záběru všech kol a hydraulickým ovládáním předních kol, výrazně rozšíří pole působnosti těchto finišerů. [3]

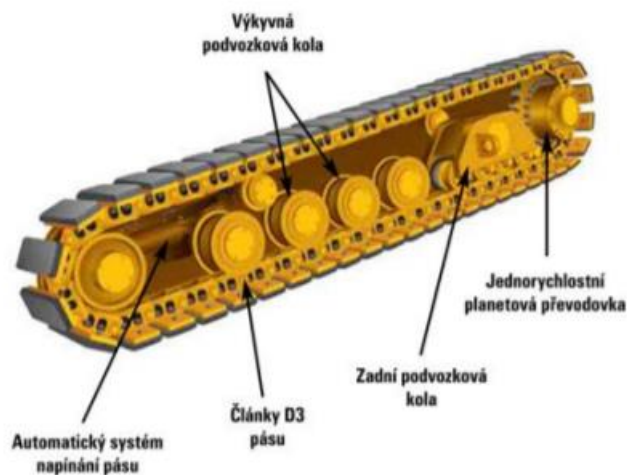


*Obr. 14: Přední kola kolového finišeru Vögele [16]*

#### 7.1.2 FINIŠERY S PÁSOVÝM PODVOZKEM

Finišery s pásovým podvozkem zajišťují dobrou stabilitu a lepší trakci na podkladech s nižší únosností, což jim umožňuje širší oblast použití. Především díky lepší trakci jsou mezi uživateli podstatně více rozšířené. Nabídka výrobců je o poznání bohatší než u kolových finišerů. Jejich nevýhodou je menší pohyblivost (přepravní rychlost kolem 4 km/h), která se ovšem při práci na dlouhých souvislých úsecích nijak zvlášť neprojeví.

Většina těchto finišerů je vybavena ocelovými článkovými pásy s vulkanizovanými pryžovými podložkami viz obrázek 14. Dále pak jsou některé finišery vybaveny pryžovými pásy, jejichž hlavní výhodou je pohyblivost a pojezdové vlastnosti, kdy lze i rychlosti finišeru 15 km/h. [3]



Obr. 15: Článkový pás finišeru Caterpillar [18]

## 7.2 ROZDĚLENÍ PODLE DRUHU POHONU

Energie spalovacího motoru, který pohání hydraulický systém zajišťuje pohony hřeblových či šnekových dopravníků, dále pak zhutňovacích mechanismů atd. Hydrostatický systém se tedy stará o pohyb a zároveň funkčnost finišeru. Tento systém zabezpečuje přesné ovládání pohonu a díky eliminaci potřeby řetězů a ostatních mechanických převodů snižuje pravděpodobnost mechanické poruchy. Vyžaduje také jen malou údržbu. [2,3]

V dnešní době lze finišery rozdělit do dvou skupin dle druhu pohonu:

- dieselhydraulické – nejčastější, zde spalovací motor pohání řadu hydrogenerátorů, jež dodávají tlakovou energii oleje do příslušných hydromotorů zajišťující činnost stroje
- dieselelektrické – jsou novějším typem pohonu finišerů, které mají snadnou regulaci, vyšší výkonnost a účinnost, nízkou spotřebu paliva a sníženou hlučnost

## 7.3 ROZDĚLENÍ PODLE PRACOVNÍ ŠÍŘKY A TYPU ÚPRAVY VOZOVKY

Pracovní šířka patří k jednomu z nejdůležitějších parametrů stroje. Udává nám šířku, ve které zhutňovací agregáty zpracovávají položenou směs do konečného tvaru a hloubky a hutnění 20-40 cm. Skříň se zabudovanými agregáty je složena z několika dílů. Hlavní je základní díl, který může pracovat samostatně a liší se v délce u různých druhů finišerů. Dále lze přidat základnímu dílu díl prodlužovací. Prodlužovat lze za pomoci mechanického prodlužování nebo hydraulického teleskopického prodlužování, až do pracovních šířek 16 m. [2]



Dle pracovní šířky finišery lze rozdělit do čtyř skupin:

- finišery chodníkové – pro pracovní šířky 1-3 m a do hloubky hutnění 15-20 cm, s objemem násypného koše 3,5-5 t přivezené obalované směsi
- finišery silniční – pro pracovní šířky 2-8 m na kolovém nebo pásovém podvozku s výkonem 50-300 t/h
- finišery velkoplošné – pro pracovní šířky 2,5-16 m a pro hloubku hutnění až 40 cm, s výkony až 1100 t/h
- finišery speciální – pro práce na svazích do sklonu až 40°, viz obrázek 15



*Obr. 16: Svahový finišer WALO [13]*

## 8 ROZDĚLENÍ FINIŠERŮ OD SVĚTOVÝCH VÝROBCŮ

V dnešní době z důvodu zvýšení produkce výstavby silnic a stále se rozvíjejícímu technologickému vývoji strojů, už existuje mnoho světových výrobců finišerů. Mezi nejznámější značky můžeme zařadit firmy Ammann, Vögele, Caterpillar, Volvo a další.

### 8.1 FINIŠERY VÖGELE

Firma VÖGELE je německým výrobcem finišerů, a je členem skupiny WIRTGEN Group viz obrázek 16, která sjednocuje další německé firmy za účelem výroby stavebních strojů pro výstavbu a údržbu silnic, zařízení pro dobývání a zpracování užitkových a recyklovaných materiálů a výrobu asfaltu v mezinárodní působnosti. [16,17]



Obr. 17: Členské firmy skupiny WIRTGEN GROUP [20]

**VÖGELE SUPER 1300 - 3i**

SUPER 1300 - 3i patří do skupiny kompaktních finišerů s pásovým podvozkem firmy Vögele. O jeho výkon se stará čtyřválcový vznětový motor Deutz. Díky své menší velikosti zvládne tento finišer širokou škálu úkolů povrchových úprav například cyklostezek, zemědělských drah nebo i drobných komunikací. [16]



*Obr. 18: VÖGELE SUPER 1300 - 3i [16]*

*Tabulka 2: Specifické parametry VÖGELE SUPER 1300 - 3i [16]*

<b>Motor</b>	Deutz TCD 3.6L4
<b>Výkon</b>	74.4kW (2000 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	350 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	5 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	0,75 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	250 mm
<b>Kapacita násypky</b>	10 t
<b>Pracovní rychlost</b>	30 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	4,5 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	10,6 t



### VÖGELE SUPER 1803 - 3i

SUPER 1803 - 3i je jeden z nejvýkonnějších finišerů s kolovým podvozkem firmy Vögele, patřící do skupiny univerzálních finišerů. K dispozici se finišer vyrábí s pohony 6x4 a 6x6 a o jeho výkon se stará šestiválcový vznětový motor Cummins. S robustní kosterou a velice dobrou manipulací s materiálem se tento finišer hodí především pro stavbu dálnic, ale může být využit i na stavbu silnic užších šířek. [16]



Obr. 19: VÖGELE SUPER 1803 - 3i [16]

Tabulka 3: Specifické parametry VÖGELE SUPER 1803 - 3i [16]

<b>Motor</b>	Cummins QSB 6.7 C164
<b>Výkon</b>	125kW (2000 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	700 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	8 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	3 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	300 mm
<b>Kapacita násypky</b>	13 t
<b>Pracovní rychlost</b>	18 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	20 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	20,3 t

## VÖGELE SUPER 3000 - 3i

SUPER 3000 - 3i s pásovým podvozkem je největším zástupcem co se týče pracovní šířky pro výstavbu dálnic z finišerů firmy Vögele. Díky možnosti pracovní šířky až 18 m je tedy hlavně využíván pro výstavbu rozlehlých dálnic. O výkon se zde stará nejvýkonnější šestiválcový vznětový motor firmy Cummins. [16]



Obr. 20: VÖGELE SUPER 3000 - 3i [16]

Tabulka 4: Specifické parametry VÖGELE SUPER 3000 - 3i [16]

<b>Motor</b>	Cummins X12 - C465
<b>Výkon</b>	354kW (1800 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	1800 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	18 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	3,5 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	500 mm
<b>Kapacita násypky</b>	18,5 t
<b>Pracovní rychlost</b>	24 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	4 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	37,5 t

## 8.2 FINIŠERY AMMANN

Firma Ammann je celosvětovým dodavatelem strojů, obaloven, betonárek a služeb stavebnímu průmyslu se zaměřením na výstavbu silnic. Vznik firmy je datován do roku 1869. [4]

### AMMANN AFT 400–2

AFT 400-2 je finišer s pásovým podvozkem, který díky svým menším rozměrům dosahuje velké flexibility. Jeho uplatnění můžeme využít na mnoho místech například při výstavbě vozovek v obcích, ale i v těsnějších prostorech, a dokonce i úpravách dětských hřišť. [4]



Obr. 21: Ammann AFT 400–2 [4]

Tabulka 5: Specifické parametry AMMANN AFT 400-2 [4]

<b>Motor</b>	Deutz 2,9L TD
<b>Výkon</b>	54kW (2200 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	350 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	4,7 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	0,7 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	200 mm
<b>Kapacita násypky</b>	10,5 t
<b>Pracovní rychlost</b>	25 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	4 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	10,5 t

**AMMANN AFW 600–3**

AFW 600-3 je finišer s kolovým podvozkem, a s pohonem všech kol. Jde o standartní finišer vybavený nejnovějšími technologiemi a jeho uplatnění bude největší při výstavbě dálnic, venkovských silnic či v městských částech. [4]



*Obr. 22: Ammann AFW 600–3 [4]*

*Tabulka 6: Specifické parametry AMMANN AFW 600-3 [4]*

<b>Motor</b>	Cummins QSB 6.7 – C173
<b>Výkon</b>	129kW (2200 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	700 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	7,5 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	3 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	300 mm
<b>Kapacita násypky</b>	10,5 t
<b>Pracovní rychlost</b>	30 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	20 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	18 t

**AMMANN AFT 900–3**

AFT 900-3 je největším zástupcem pásových finišerů firmy Ammann. Dosahuje pracovní šířky až 14 m. Díky této pracovní šířce pokládky je jeho využití především při výstavbě letišť, dálnic, ale i přístavů. [4]



*Obr. 23: Ammann AFT 900–3 [4]*

*Tabulka 7: Specifické parametry AMMANN AFT 900-3 [4]*

<b>Motor</b>	Cummins QSB6.7-C260
<b>Výkon</b>	194kW (2200 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	1100 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	14 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	3 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	360 mm
<b>Kapacita násypky</b>	-
<b>Pracovní rychlost</b>	28 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	4 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	20 t



### 8.3 FINIŠERY VOLVO

Historie firmy je Volvo je velice rozmanitá a její začátky se datují do roku 1927. Finišery ve firmě mají své zastoupení, kdy velkým posunem bylo zakoupení německých finišerů ABG od koncernu Ingersoll Rand v roce 1990, a později také odkoupením celé silniční divize firmy Ingersoll Rand. [15]

#### VOLVO P7820D ABG

P7820D ABG je momentálně největším zástupcem pásových finišerů firmy Volvo. Vysokou jistotu ovládání zde zajišťuje jednotka EPM3 pro řízení pokládky soustřeďuje všechny konzole do jednoho systému s optimální efektivitou. Podle maximální šířky finišeru, je jeho využití zejména při stavbě dálnic. [15]



Obr. 24: Volvo P7820D ABG [15]

Tabulka 8: Specifické parametry Volvo P7820D ABG [15]

<b>Motor</b>	Volvo D8J
<b>Výkon</b>	175kW (1800 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	900 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	11 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	2,5 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	300 mm
<b>Kapacita násypky</b>	13,5 t
<b>Pracovní rychlost</b>	20 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	3,6 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	14,9 t

## VOLVO P5870C ABG

P5870C ABG je kolový finišer firmy Volvo. Vybaven pohonem všech šesti kol je ideální volbou pro pokládku střední šířky. Většina výkonu je přenášena na zadní kola, kdežto sada předních kol spíše pomáhá při jízdě a díky malému poloměru otáčení zajišťuje přesný pohyb stroje. [15]



Obr. 25: Volvo P5870C ABG [15]

Tabulka 9: Specifické parametry Volvo P5870C ABG [15]

<b>Motor</b>	Volvo D6
<b>Výkon</b>	129kW (2000 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	600 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	9 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	2,5 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	300 mm
<b>Kapacita násypky</b>	12 t
<b>Pracovní rychlost</b>	40 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	20 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	14,5 t

## 8.4 FINIŠERY CATERPILLAR

Firma Caterpillar je celosvětově známá americká společnost založena roku 1925, zabývající se těžkým strojírenstvím, zejména výrobou zemních strojů a strojů pro těžký průmysl. Významná je také výroba dieselových a plynových motorů. Značku často najdeme pod zkratkou CAT. [5]

### CAT AP655F

AP655F patří do skupiny finišerů s pásovým podvozkem, které nabízí lepší trakci na volném podkladu a tím i širší oblast využití. Radí se do střední třídy, co se týče pracovní šířky a jeho využití bude zejména při výstavbě dálnic. [18]



Obr. 26: CAT AP655F [18]

Tabulka 10: Specifické parametry CAT AP655F [18]

<b>Motor</b>	CAT C4.4 ACERT
<b>Výkon</b>	129kW (2200 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	1300 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	10 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	3 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	305 mm
<b>Kapacita násypky</b>	-
<b>Pracovní rychlost</b>	64 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	14,5 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	20,1 t



**CAT AP600F**

AP600F je druhým největším zástupcem kolových finišerů od značky CAT. Jeho hlavní výhodou bude přejíždění mezi staveništi po vlastní ose. Jeho uplatnění tedy bude hlavně při výstavbě vozovek na venkově, popřípadě v městských částech. [18]



*Obr. 27: CAT AP600F [18]*

*Tabulka 11: Specifické parametry CAT AP600F [18]*

<b>Motor</b>	CAT C4.4 ACERT
<b>Výkon</b>	129kW (2200 ot./min.)
<b>Kapacita pokládky</b>	1300 t/h
<b>Max. šířka pokládky</b>	8 m
<b>Min. šířka pokládky</b>	3 m
<b>Tloušťka pokládky</b>	305 mm
<b>Kapacita násypky</b>	-
<b>Pracovní rychlost</b>	76 m/min.
<b>Přepravní rychlost</b>	16 km/h
<b>Provozní hmotnost</b>	13,8 t

## 9 POROVNÁNÍ TECHNICKÝCH PARAMETRŮ

Přehled absolutních technických parametrů finišerů. Dále tabulkový přehled relativních neboli poměrových parametrů a srovnání mezi jednotlivými finišery.

### 9.1 DEFINICE A PŘEHLED TERMINOLOGIE

**MOTOR** - výrobce motoru a jeho přesný typ.

**VÝKON** - výkon použitého motoru.

**KAPACITA POKLÁDKY** - množství neboli hmotnost směsi, kterou je finišer schopen položit za hodinu.

**MAXIMÁLNÍ ŠÍŘKA POKLÁDKY** - nejširší možný pruh pokládky, který je finišer schopen položit. Šířka roztáhlé hladicí lišty s přídatnými moduly.

**MINIMÁLNÍ ŠÍŘKA POKLÁDKY** - nejužší možný pruh, který je finišer schopen vyrobit. Šířka hladicí lišty je v základním složeném stavu, u některých finišerů je použit i redukční prvek, který dovoluje zúžit pruh pokládky pod základní rozměr.

**TLOUŠŤKA POKLÁDKY** - udává, jak silnou vrstvu asfaltu dokáže finišer položit.

**KAPACITA NÁSYPKY** - hmotnost, kterou je finišer schopen pojmout do zásoby.

**PRACOVNÍ RYCHLOST** - maximální rychlost, kterou je finišer schopen pokládat asfaltovou vrstvu.

**PŘEPRAVNÍ RYCHLOST** - maximální rychlost, kterou je finišer schopen dosáhnout při přepravě.

**POLOMĚR OTÁČENÍ** - udává nejmenší možný poloměr kružnice, kterou je finišer schopen vykroužit při maximálním zatočení. Vnitřní – nejmenší možná zatáčka, jakou je finišer schopen vyasfaltovat na jeden zatáčecí manév. Vnější – nejmenší poloměr kružnice, na jakém je finišer schopen se otočit.

**PROVOZNÍ HMOTNOST** - hmotnost prázdného finišeru se zapojenou hladicí lištou

### 9.2 POMĚROVÉ PARAMETRY A JEJICH SROVNÁNÍ

#### Parametr $\beta$

Tento parametr udává poměr mezi kapacitou pokládky a maximální šířky pokládky finišeru. Roste s kapacitou pokládky, která se odvíjí od velikosti finišeru nebo s nižší maximální šířkou pokládky. Rozdíl můžeme poznat především mezi pásovými a kolovými finišery, a to vzhledem k tomu, že kolové finišery ve stejné kategorii jako pásové, dosahují většinou menších maximálních šířek pokládky. Nejvyšší index vyšel u finišeru CAT AP600F viz příloha 1, a to z důvodu velké kapacity pokládky. Naopak nejnižšího indexu dosahuje finišer VOLVO P5870C ABG, avšak tento finišer dosahuje velké pracovní šířky pokládky vzhledem ke své kategorii a podvozku, a proto má nejnižší index.

### Parametr $\gamma$

Udává poměr výkonu motoru a kapacity pokládky. Zde dochází k největším rozdílům, podle toho, jak výkonný motor firma použije. Velký rozdíl můžeme například zpozorovat u finišerů VÖGELE SUPER 1300 - 3i a AMMANN AFT 400 - 2, viz příloha 1, které patří do stejné kategorie, ale firma Vögele použila výkonnější motor. Těžko na základě teoretického výpočtu zjistil, zda by stačil firmě Vögele i méně výkonný motor. Finišer VOLVO P5870C ABG dosáhl nejvyššího parametru na základě velkého výkonu motoru, a nízké kapacity pokládky vzhledem ke své kategorii. Opačného tedy nejnižšího parametru dosáhli oba finišery firmy CAT a to z důvodu vysoké hodnoty pokládky vzhledem k výkonu motoru, kdy se od sebe těmito teoretickými parametry neliší. Další rozdíly opět můžeme vypořádat mezi kolovými a pásovými finišery.

### Parametr $\delta$

Parametr  $\delta$  udává poměr výkonu motoru vzhledem k provozní hmotnosti finišeru. Opět zde můžeme poznat rozdíly mezi finišery s kolovým a pásovým podvozkem, viz příloha 1. Dále výraznější rozdíly mohou být dány použitým systémem pro vytápění hladící lišty, kdy u elektrických finišerů je součástí vybavy generátor, který klade vyšší nároky na výkon motoru. Nejnižšího indexu dosáhl finišer AMMANN AFT 400 - 2, a to kvůli vysoké provozní hmotnosti a nízkému výkonu motoru. Nejvyššího indexu dosáhl finišer VOLVO P7820D ABG.

## ZÁVĚR

První část práce je věnována obecnému přehledu vozovek v dnešní době v České republice i ve světě a jejich porovnání, dále současnému stavu a technologickému vývoji, který musí být neustále vyvíjen i vzhledem k životnímu prostředí a obyvatelstvu. Další část zahrnuje popis nejsvrchnější části vozovky a to krytu. Rozdělení těchto krytů na jednotlivé a jejich technologické a konstrukční řešení.

Druhá část se zabývá popsáním funkce a popisem asfaltového finišeru a jeho konstrukčních celků. Zde jsou popsány základní části finišeru a jejich funkce. Dále rozdělení finišerů do kategorizovaných skupin. V další části jsou uvedeny finišery od vybraných celosvětových výrobců na českém trhu, kterými jsou Vögele, Ammann, Volvo a Caterpillar, zde jsou uvedeni zástupci z řad finišerů s pásovým i kolovým podvozkem.

Třetí část uvádí jednotlivé vysvětlení technických parametrů finišerů. Dále pak porovnání těchto parametrů v rámci poměrů s tabulkovým výsledkem a následným vyhodnocením možných příčin odlišných poměrových parametrů mezi finišery.

V dnešní době je výběr optimálního finišeru velmi důležitý. Na trhu je mnoho zástupců těchto strojů, a tak parametry strojů jsou mnohdy čistě marketingovou záležitostí. Tyto parametry pak tedy neukazují reálně využitelné schopnosti finišerů v praxi, ale pouze jen maximální teoretické hodnoty. Za nejpravdivější hodnoty uvedené výrobcí tak především lze považovat výkon motoru, rozměry a provozní hmotnost. Další velice důležité aspekty při výběru finišeru tedy budou dostupnost servisu finišerů a náhradních dílů, spolehlivost, ohlasy na konkrétního výrobce a pravděpodobně nejdůležitější faktor dnešní doby a to cena.

Tato práce by tedy mohla sloužit základnímu seznámení s technologickým a konstrukčním uspořádáním asfaltových vozovek a finišerů.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] JEŘÁBEK, Karel. *Stroje pro zemní práce: Silniční stroje*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 80-7078-389-3.
- [2] VANĚK, Antonín. *Strojní zařízení pro stavební práce*. 2., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 1999. ISBN 80-85920-61-1.
- [3] WINTER, Jaroslav. *KATEGORIZACE ASFALTOVÝCH FINIŠERŮ S ŠÍŘKOU POKLÁDKY 1500 AŽ 6500 MM*. Brno, 2011. Bakalářská práce (Bc.). Vysoké učení technické.
- [4] *Ammann* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.ammann.com/en/>
- [5] *Caterpillar* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.caterpillar.com/>
- [6] *Kryt vozovky* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://thalikovo.xf.cz/nauka4.htm>
- [7] *Obalovací souprava* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.herkul.cz/vyroba-a-prodej/obalovane-zivicne-smesi>
- [8] *Přepravník živice* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.pemak.eu/?technologie=10&zfiltru=1>
- [9] *Rozstřikovač živice* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.kobit.cz/produkty-rozstrikovace-zivic-rz-8-11-detail-198>
- [10] *Silniční síť* [online]. 2013 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=silnicni\\_sit\\_v\\_cr&site=doprava](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=silnicni_sit_v_cr&site=doprava)
- [11] *Současné technologické trendy u vozovek pozemních komunikací* [online]. 2010 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/soucasne-technologicke-trendy-u-vozovek-pozemnich-komunikaci/>
- [12] *Silniční síť* [online]. 2013 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=silnicni\\_sit\\_v\\_cr&site=doprava](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=silnicni_sit_v_cr&site=doprava)
- [13] *Svahový finišer* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.worldhighways.com/categories/asphalt-paving-compaction-testing/features/novel-paving-solution/>
- [14] *Vaříč litého asfaltu* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.dusla.cz/4847/opravy-prepravniku-la/>
- [15] *Volvo* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.volvoce.com/ceska-republika/cs-cz/>
- [16] *Vögele* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.voegele.info/en/>

- [17] *Wirtgen Group* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.wirtgen-group.com/cr/cs/>
- [18] *Zeppelin CAT* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://zeppelin.cz/cs/>
- [19] *Wirtgen Group* [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.wirtgen-group.com/de/en/>
- [20] *Wirtgen Group* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://myemail.constantcontact.com/Wirtgen-Group--New-Parts-Drop-Box--Finance-Offer.html?soid=1104712904713&aid=4RH7w91jDKs>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\alpha$       [°]      Náběhový úhel lišty

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Tabulka výsledků parametrů jednotlivých finišerů



## PŘÍLOHA 1

	Kapacita pokládky [t/h]	Maximální šířka pokládky [m]	Výkon motoru [kW]	Provozní hmotnost finišeru [t]	Tloušťka pokládky [mm]	Kapacita násypky [t]	Pracovní rychlost [m/min]	Přepravní rychlost [km/h]	$\beta$ [t·hod <sup>-1</sup> /m]	$\gamma$ [W/m·hod <sup>-1</sup> ]	$\delta$ [kW/t]
VÖGELE SUPER 1300- 3i	350	5	74,4	10,6	250	10	30	4,5	70	212,57	7,01
VÖGELE SUPER 1803- 3i	700	8	125	20,3	300	13	18	20	87,5	178,57	6,15
VÖGELE SUPER 3000- 3i	1800	18	354	37,5	500	18,5	24	4	100	196,66	9,44
AMMANN AFT 400-2	350	4,7	54	10,5	200	10,5	25	4	74,46	154,28	5,14
AMMANN AFW 600-3	700	7,5	129	18	300	10,5	30	20	93,33	184,28	7,16
AMMANN AFT 900-3	1100	14	194	20	360	-	28	4	78,57	176,36	9,7
VOLVO P7820D ABG	900	11	175	14,9	300	13,5	20	3,6	81,81	194,44	11,74
VOLVO P5870C ABG	600	9	129	14,5	300	12	40	20	66,66	215	8,89
CAT AP655F	1300	10	129	20,1	305	-	64	14,5	130	99,23	6,41
CAT AP600F	1300	8	129	13,8	305	-	76	16	162,5	99,23	9,34